

生徒の数学の達成度, 数学への 情意的要因と創造的思考力との関連について

— 中学生を対象にして —

Relationship between Mathematics Achievement, Affective Variables in
Mathematics and Ability of Creative Thinking
— Putting Focus on Jr. High School Students —

今 井 敏 博 (数学教室)

Toshihiro IMAI

要約

本研究では, 中学生の数学の達成度と創造的思考力との関連と, 数学への情意的要因と創造的思考力との関連を調査結果をもとに見いだすことを試みた。数学の達成度の知識・理解, 技能及び数学的な考え方の各得点, 数学への情意的要因の動機づけ, 好意性, 自己概念, 価値意識及び不安の各得点と, 創造的思考力の拡散的思考力, 生産的思考力, ことばによる抽象, 図形による抽象及び推理力の各得点との相関, 思考の流暢性の高得点と低得点による数学の達成度の各得点の違いと数学への情意的要因の各得点の違い, 認知型の関係型と分析型による数学の達成度の各得点の違いと数学への情意的要因の各得点の違いを見いだした。

創造的思考力は数学の達成度のいくらか側面と有意な関連があった。また数学への情意的要因とは数学への達成度ほど多くはないがわずかの要因と有意な関連があった。しかし思考の流暢性や認知型は数学の達成度や数学への情意的要因とほとんど関連がなかった。

キーワード: 数学学力 創造的思考力 情意的要因

1. はじめに

生徒の数学の学力は, 数学の学習内容に関するペーパーテストにより測定され, その達成度が評価される。生徒がペーパーテストの問題が「できる」という状態に達するまでには, 学校の授業の中で学習内容が「わかる」という状態を経験する必要があると思われる。数学教師は, 授業において, 生徒に数学の学習内容が「わかる」という状態を経験させるために, 教師と生徒の間答や生徒間のコミュニケーションの機会を設定したり, 生徒のアイデアの自由な発表の場を設け, その展開の中で問題の解決を行わせていく。このような数学の学力が形成されるまでの様々な数学の学習場面や学習過程において, 生徒が数学の学習内容を理解し, 問題の解決を達成するまでに, もち備えている様々な能力を働かしていると思われる。とりわけ創造的思考力は重要な能力ではないかと考える。

数学的な能力や創造的な思考力などの様々な能力が数学の達成度のどのような側面に関連があるかを見いだすことができれば、生徒がそれらの能力を十分に発揮し、生かしていくことができるような数学の授業の構成や指導法を考えていくことが可能になると思われる。

今井(1986)は、中学生に調査を行い、図形分割テスト、空間視覚化能力テスト、拡散的思考テスト、四則計算式構成テスト、及び四則計算速度テストの各数学的能力に関するテストの結果と、中学校の数学の学習内容の中で、数と式に関する内容の達成度、方程式に関する内容の達成度、関数の内容に関する達成度、及び円に関する内容の達成度との相関を算出した。その結果、四則計算式構成テストと四則計算速度テストがどの内容の達成度とも有意な相関があり、図形分割テストと拡散的思考テストが関数の内容に関する達成度と円の内容に関する達成度と有意な相関があることを見いだした。このように、どのような数学的能力が測定されているかにより、関連する数学の学習内容は異なると思われる。

そこで、本研究では、上記の先行研究と違った観点から、数学の達成度として、知識・理解、技能、数学的な考え方の3つの側面に着目し、また数学への情意的要因をも測定し、それらの諸側面及び諸要因と創造的思考力のいくつかの能力との関連を見いだすことを試みる。

2. 創造性と学校数学

Torrance (1962) や Guilford, Hoepfner & Petersen (1965) は、一般的創造性の研究を行い、知能テストで測定されるタイプの能力と異なる能力として創造的な能力を取り上げ、流暢性、柔軟性、独創性、再定義化、機敏性、入念さなどについての分析を行った。特に流暢性、柔軟性、独創性に関する拡散的思考については、創造性の評価の主要な観点であり、島田他(1977)などによるオープンエンドアプローチの指導とその評価方法は、数学指導の中にも広く取り入れられている。

Hadamard (1949) は、創造的プロセスを、準備、潜伏、解明、立証の4つの段階として捉え、Polya (1946) は特に数学的問題解決のプロセスに着目して、問題の理解、計画の作成、計画の実行、振り返りの4つの段階を設定している。Polyaは、生徒の数学的経験は、自らの問題を解くプロセスにおける発見により形成されると捉え、発見に働く思考として、直観的推論と分析的推論を取り上げている。またKrutetskii (1968, 1969) は、生徒の数学的能力の構造に関する分析の中で、数学における創造性に直観と論理の必要性を認めた上で、演繹的思考と同様に、直観や推論が数学指導で重要であることを示唆し、そのような観点をも含めて、数学的に才能のある子どもの創造性の分析を試みている。

Wood (1965) は、数学指導の目標に関する論述の中で、パターンや構造を形づくる高い次元の活動の評価の重要性を指摘し、理解や応用とは異なった観点として独創性やユニークさも重要な要因であることを示唆している。

Romey (1970) は、数学的な考えを結合する能力が創造性に関連することを示し、Laycock (1970) は、パターンの同一性や違いを見いだすことから問題を分析する力や方法を特殊化する力が創造性に関連することを示し、またKrutetskii (1969) は、心的操作を容易に自由に問題場面に適用することが創造性に関連することを示している。これらは、

いずれも子どものdoing mathとしての認知プロセスにおいて, 創造性が重要な要因であることの指摘であると思われる。

Tamadge (1979) は, 数学教師にとって, すべての数学的能力の改善が重要な課題であることを前提とし, 過去の数学指導のように, 知識の累積的な学習のモデルに支配されていることを改善するためには, イメージや直観を重視する学習プロセスとして, 方略間の関連や適用する領域間の関連を見いだす能力が, 創造性に関連することに着目する必要があることを述べている。

わが国では, 渋谷, 木村及び三木 (1972) が, 創造的能力, 知能及び学力の間の関連を分析し, 創造的能力と学力との関連は, 知能と学力との関連と様相が異なることを示している。

これらの点を考慮して, 本研究では, 中学生の数学の学力を3つの達成度すなわち, 数学の知識・理解, 技能及び数学的な考え方の各側面に着目し, その達成度の3つの側面に関連する創造的思考力を見いだしたい。また, あまり試みられていない数学への情意的要因と創造的思考力との関連についても見いだしたい。

3. 研究の目的

- (1) 中学生の数学の達成度の知識・理解, 技能及び数学的な考え方の各側面と, 創造的思考力の拡散的思考力, 生産的思考力, ことばによる抽象, 図形による抽象, 推理力, 思考の流暢性及び認知型との関連を見いだすこと。
- (2) 中学生の数学への情意的要因の動機づけ, 好意性, 価値意識, 自己概念及び不安の各要因と, 創造的思考力の拡散的思考力, 生産的思考力, ことばによる抽象, 図形による抽象, 推理力, 思考の流暢性及び認知型との関連を見いだすこと。

4. 研究の方法

(1) 調査対象と調査の実施

和歌山県下の公立中学校 (有田郡広川町立耐久中学校, 橋本市立西部中学校) 第1学年生徒66名, 第2学年生徒69名, 第3学年生徒109名を調査対象とした。

なお調査は, 1990年2学期後半に実施した。

(2) 調査に用いた測定用具

数学の達成度の知識・理解, 技能及び数学的な考え方の測定には, 教研式観点別達成度学力検査CRTの第1学年用, 第2学年用及び第3学年用を用い, 創造的思考力の測定には, 教研式思考・創造力検査中学校用を用いた。思考・創造力検査は, 拡散的思考, 生産的思考, ことばによる抽象, 図形による抽象, 推理力, 思考の流暢性及び認知型の各能力を測定するための検査である。

また, 数学への情意的要因の測定には, Sandman(1973)により開発されたMAI (The Mathematics Attitude Inventory) を用いた。この測定用具は, 数学への動機づけ, 数

学への好意性、数学の自己概念、社会における数学の価値、数学における不安及び数学教師への知見の6つのLikert型尺度からできているが、本研究では、数学教師への知見以外の5つの尺度を用いた。なお、数量化は、「そう思う」、「どちらかといえばそう思う」、「どちらかといえばそう思わない」、「そう思わない」について、4～1点で行い、各尺度は8項目から成り立っているため、各尺度得点は32点満点として個人の尺度点を算出した。

(3) 分析の方法

教研式思考・創造力検査の拡散的思考、生産的思考、ことばによる抽象、図形による抽象及び推理力について、数量化された各得点とCRT観点別到達度学力検査の知識・理解、技能及び数学的な考え方の各正答率、数学への情意的要因の、数学への動機づけ、数学への好意性、数学の自己概念、社会における数学の価値及び数学に対する不安の各尺度点との相関係数を算出した。

教研式思考・創造力検査の認知型については、関係型、混合型、分析型の3つのタイプの生徒群間のうち、関係型と分析型の2つの生徒群の、CRT観点別到達度学力検査の知識・理解、技能及び数学的な考え方の各正答率の平均値の差のt値、数学への情意的要因の数学への動機づけ、数学への好意性、数学の自己概念、社会における数学の価値及び数学に対する不安の尺度点の平均値の差のt値を算出し、その各々の有意性を検定した。

また、思考の流暢性については、各生徒が、A（高得点）、B（中得点）、C（低得点）の3つの生徒群に分けられているが、A（高得点）とC（低得点）におけるCRTの観点別到達度学力検査の3つの側面の得点と数学への情意的要因の5つの要因の得点の平均値の差のt値を算出し、その有意性の有無を検定した。

5. 結果と考察

(1) 数学の達成度と創造的思考力との関連

第1学年では、知識・理解、技能及び数学的な考え方と拡散的思考力との間、知識・理解、数学的な考え方と図形による抽象との間、数学的な考え方とことばによる抽象との間で有意な相関がなかったが、それ以外の関連において有意な相関があった（表1）。

第2学年では、数学的な考え方とことばによる抽象との間に有意な相関はなかったが、それ以外の関連において有意な相関があった（表1）。

第3学年では、技能、数学的な考え方と生産的思考との間、知識・技能と図形による抽象との間で有意な相関がなかったが、それ以外の関連において有意な相関があった（表1）。

数学の達成度と、創造的思考力のうちの拡散的思考、生産的思考、ことばによる抽象、推理力との間の関連については、第3学年において、知識・理解、技能、数学的な考え方のいずれも拡散的思考と有意な相関はなかったが、それ以外の間の関連においては、数学の達成度のいずれかの側面が創造的思考力と有意な相関があった。このことから、学年段階により、関連の様相は若干異なるが、第1学年と第2学年では、拡散的思考、生産的思考、ことばによる抽象、図形による抽象及び推理力は、数学の達成度に影響を及ぼす創造的思考力であると思われ、また、第3学年では、拡散的思考力以外の創造的思考力が数学

表1 数学の達成度の3つの側面と5つの創造的思考力との相関

	拡散的思考	生産的思考	ことばによる抽象	図形による抽象	推論力
<第1学年> (n=66)					
知識・理解	0.170	0.384**	0.335*	0.234	0.402**
技能	0.144	0.289*	0.358**	0.289*	0.363**
数学的な考え方	0.154	0.439**	0.175	0.116	0.314**
<第2学年> (n=69)					
知識・理解	0.452**	0.616**	0.396**	0.395**	0.592**
技能	0.387**	0.464**	0.263*	0.289*	0.458**
数学的な考え方	0.376**	0.613**	0.177	0.360**	0.587**
<第3学年> (n=109)					
知識・理解	0.390**	0.240*	0.348**	0.120	0.292**
技能	0.312**	0.067	0.247*	0.244*	0.251*
数学的な考え方	0.348**	0.164	0.315**	0.251*	0.271**

有意水準: ** 1%水準 * 5%水準 (以下の表も同様)

の達成度に影響を及ぼしていると思われる。特に推理力がいずれの学年においても、数学の達成度のいずれの側面においても比較的大きい有意な相関があったことは、着目すべきである。本研究で測定された推理力は、数学に関連した内容の測定ではないが、数学的思考においては重要な役割を果たしていると思われる。Polya, KrutetskiiやTamageの指摘を考えると、数学に関する推理力は、本研究で測定した能力以上に数学の達成度に影響を及ぼすのではないかとと思われる。

思考の流暢性と数学の達成度との関連については、流暢性の高得点 (A) と低得点 (C)

表2 思考の流暢性の高得点群と低得点群における数学の達成度の3つの側面の比較

	高得点群		低得点群		等分散検定の F	平均値の差の t
	M	SD	M	SD		
<第 1 学年>	(n =29)		(n = 5)		(DF=32)	
知識・理解	71.596	15.943	72.000	16.781	0.561	－0.052
技能	77.862	16.921	81.200	14.218	0.880	－0.404
数学的な考え方	57.241	22.267	52.000	23.152	0.575	0.469
<第 2 学年>	(n =25)		(n =11)		(DF=34)	
知識・理解	62.880	21.634	51.546	15.529	1.654	1.525
技能	57.640	22.303	46.455	17.143	1.443	1.440
数学的な考え方	60.720	28.008	41.727	25.818	1.003	1.865
<第 3 学年>	(n =60)		(n = 6)		(DF=64)	
知識・理解	69.550	16.707	56.000	19.925	0.477	1.830
技能	61.700	15.000	52.667	13.412	0.848	1.398
数学的な考え方	47.350	20.098	37.333	17.221	0.923	1.160

表3 認知型の関係型と分析型における数学の達成度の3つの側面の比較

	関係型		分析型		等分散検定の	平均値の差の
	M	SD	M	SD	F	t
<第1学年>	(n=11)		(n=31)		(DF=40)	
知識・理解	62.546	17.079	72.387	16.736	1.072	-1.626
技能	76.636	19.842	79.097	14.696	1.876	-0.422
数学的な考え方	55.455	23.106	59.032	21.606	1.177	-0.452
<第2学年>	(n=9)		(n=38)		(DF=45)	
知識・理解	52.556	24.079	61.079	20.950	1.408	-1.042
技能	48.556	26.090	55.684	20.4063	1.743	-0.871
数学的な考え方	48.667	28.921	57.158	29.273	1.040	-0.767
<第3学年>	(n=13)		(n=51)		(DF=62)	
知識・理解	68.000	16.464	67.314	15.647	1.152	0.137
技能	58.846	13.043	59.804	15.072	0.779	-0.207
数学的な考え方	44.462	17.352	46.608	15.685	1.274	-0.424

の各生徒群による、知識・理解、技能及び数学的な考え方の各得点の平均値の差の検定において、いずれにおいても、t値に有意性はみられなかった(表2)。

本研究で使用した検査における思考の流暢性の各問題は、実際の日常的な問題解決場面において考えがすらすらとよどみなく生まれてくるかどうかを調べるために作成されている。従って今後、数学の問題場面において数学の考えがよどみなく生まれてくるかどうかをみるような数学における流暢性が数学の達成度に関連するかどうかを調べる必要があると思われる。

認知型の関係型と分析型の生徒群においては、知識・理解、技能及び数学的な考え方のいずれの平均値の差の検定においても、有意な差はみられなかった(表3)。

本研究で調べた関係型と分析型は、日常的な題材に関する問題により測定されていることから、数学の達成度には関連しなかったと思われる。数学の問題解決場面において用いた方略と思考により分けられた関係型と分析型が、数学の達成度に関連するかどうかは今後に残された課題である。Skemp(1976)は、数学の理解を関係的理解と用具的理解に分けているが、生徒の理解の様相にも様々なタイプがあると思われ、その意味でも、数学の問題解決場面での認知型を検討することは重要であろう。

(2) 数学への情意的要因と創造的思考力との関連

第1学年では、数学への動機づけとことばによる抽象の間のみ有意な相関があった(表4)。

第2学年では、生産的思考と数学への動機づけ、数学への好意性、数学の自己概念及び数学に対する不安との間で、ことばによる抽象と数学の自己概念との間で、図形による抽象と数学の自己概念との間で、推理力と数学への動機づけ、数学の自己概念との間で、有意な相関があった(表4)。

第3学年では、拡散的思考と数学への好意性、数学の自己概念及び数学に対する不安と

表 4 5つの数学への情意的要因と5つの創造的思考力との相関

	拡散的思考	生産的思考	ことばによる抽象	図形による抽象	推論力
<第1学年> (n=66)					
数学への動議づけ	0.153	-0.064	-0.050	0.049	0.053
数学への好意性	0.232*	0.010	0.040	0.180	0.061
数学に自己概念	0.423**	0.423**	0.218	0.126	0.324**
数学の価値意識	-0.083	-0.081	-0.134	0.176	0.056
数学に対する不安	-0.231	-0.267*	-0.092	0.008	-0.220*
<第2学年> (n=69)					
数学への動議づけ	0.203	0.363**	0.146	0.181	0.403**
数学への好意性	0.088	0.248*	0.193	0.092	0.189
数学に自己概念	0.214	0.432**	0.233*	0.248*	0.362**
数学の価値意識	-0.097	-0.064	-0.034	-0.087	-0.055
数学に対する不安	-0.034	-0.302*	-0.127	-0.029	-0.138
<第3学年> (n=109)					
数学への動議づけ	0.012	-0.030	0.247**	0.054	0.226
数学への好意性	-0.136	-0.007	-0.100	-0.052	0.056
数学に自己概念	-0.041	0.087	0.015	0.171	0.092
数学の価値意識	-0.095	-0.100	-0.017	0.068	-0.059
数学に対する不安	-0.007	-0.150	-0.159	-0.128	-0.224

表 5 思考の流暢性の高得点群と低得点群における5つの数学への情意的要因の比較

	高得点群		低得点群		等分散検定の F	平均値の差の t
	M	SD	M	SD		
＜第1学年＞	(n=29)		(n=5)		(DF=32)	
数学への動議づけ	22.310	4.052	23.000	5.020	0.405	-0.328
数学への好意性	21.586	4.453	23.200	6.997	0.252	-0.659
数学に自己概念	20.897	4.604	22.400	3.137	1.339	-0.681
数学の価値意識	24.897	3.468	25.400	3.007	0.827	-0.296
数学に対する不安	17.069	5.010	15.000	6.928	0.325	0.777
＜第2学年＞	(n=25)		(n=11)		(DF=34)	
数学への動議づけ	20.760	4.023	18.182	2.442	2.313	1.916
数学への好意性	18.280	4.200	14.727	3.863	1.007	2.328*
数学に自己概念	20.520	4.892	17.546	2.872	2.473	1.826
数学の価値意識	21.440	4.981	20.000	5.527	0.692	0.750
数学に対する不安	19.880	5.324	22.273	5.310	0.587	-1.208
＜第3学年＞	(n=60)		(n=6)		(DF=64)	
数学への動議づけ	18.917	3.787	16.833	2.609	1.425	1.298
数学への好意性	17.233	4.544	14.667	5.467	0.468	1.273
数学に自己概念	18.433	4.503	15.333	4.069	0.830	1.597
数学の価値意識	23.983	4.674	21.833	3.848	1.000	1.074
数学に対する不安	21.117	4.332	24.000	6.782	0.277	-1.439

の間で、生産的思考と数学の自己概念、数学に対する不安との間で、推理力と数学の自己概念、数学に対する不安との間で有意な相関があった(表4)。

第2学年や第3学年では、数学の自己概念が、創造的思考力のいくつかの能力と有意な関連があり、数学は自分にとってよい教科であると感じている生徒ほど、いくつかの創造的思考力でより高い能力をもち備えていると思われる。また第2学年で、数学への動機づけが生産的思考や推理力と、数学への好意性が第2学年で生産的思考と第3学年で拡散的思考と有意な相関があったことから、これらの数学への情緒的な要因も創造的思考力のいくつかの能力に関連する要因であると思われるが、その様相の特徴は、本研究の調査結果だけからでは明らかではない。

思考の流暢性の高得点(A)と低得点(C)の生徒群における、数学への動機づけ、数学への好意性、数学に自己概念、数学への価値意識及び数学に対する不安の各尺度値の平均値の差の検定では、第2学年で数学への好意性のみ有意なt値があったにすぎなかった(表5)。

認知型の関係型と分析型の各生徒群における数学への動機づけ、数学への好意性、数学の自己概念、数学への価値意識及び数学に対する不安の各尺度値の平均値の差の検定では、第1学年で数学への好意性でのみ有意なt値があったにすぎなかった(表6)。

創造的思考力の思考の流暢性と認知型は、ほとんど生徒の数学への情意面に関連しないと思われるが、数学の問題場面における流暢性や認知型が数学への情意面に関連するかどうかは今後の課題である。

表6 認知型の関係型と分析型における5つの数学への情意的要因の比較

	関 係 型		分 析 型		等分散検定の 平均値の差の	
	M	SD	M	SD	F	t
<第1学年>	(n=11)		(n=31)		(DF=40)	
数学への動議づけ	23.636	3.549	21.936	4.189	0.736	1.173
数学への好意性	24.818	3.950	21.710	4.481	0.800	1.988*
数学に自己概念	22.909	4.161	20.936	3.860	1.199	1.392
数学の価値意識	26.727	1.958	25.258	3.672	0.293	1.234
数学に対する不安	14.364	3.255	17.258	5.358	0.380	-1.644
<第2学年>	(n=9)		(n=38)		(DF=45)	
数学への動議づけ	18.889	3.247	19.895	3.135	1.143	-0.841
数学への好意性	17.111	3.814	16.921	3.821	1.062	0.131
数学に自己概念	19.333	4.372	19.105	4.077	1.226	0.146
数学の価値意識	21.223	3.457	21.105	5.320	0.450	0.062
数学に対する不安	21.222	4.315	21.184	4.217	1.116	0.024
<第3学年>	(n=13)		(n=51)		(DF=62)	
数学への動議づけ	17.846	2.851	18.863	3.891	0.559	-0.870
数学への好意性	15.308	4.581	17.588	4.607	1.029	-1.570
数学に自己概念	18.154	3.278	18.353	4.333	1.596	-0.152
数学の価値意識	23.000	3.903	23.412	4.469	0.794	-0.299
数学に対する不安	22.923	3.198	20.726	4.703	0.481	1.568

6. おわりに

本研究においては, 創造的思考力と, 数学の達成度, 数学への情意的要因との関連を調べた。

標準検査で測定した創造的思考力は, 一般的創造性に関する能力であったが, 数学の達成度のいくつかの側面と関連があることを見いだすことができた。また数学への情意的要因とは, 数学の達成度ほど多くはないが, わずかの要因と関連があった。しかしこれらの関連の様相は学年ごとに異なり, それらが学年による特徴であると捉えることができるかどうかは明らかではない。だが何らかの関連が見いだされたことにより, 数学の授業での, 日常場面に関する問題場面において, 創造的思考力を開発するような授業展開を考えることは重要であると思われる。

引用・参考文献

- (1) Guilford, J. P., Hoepfner, R. & Petersen, H. (1965); Predicting achievement in ninth grade mathematics from measures of intellectual aptitude factors, *Educational and Psychological Measurement*, 25, pp. 659-682.
- (2) Hadamard, J. (1949); An essay on the psychology of invention in the mathematical field, Princeton University Press, 伏見康治, 尾崎辰之助, 大塚益比古訳, 数学における発明の心理, みすず書房.
- (3) 今井敏博(1986); 数学的能力, 数学学力, 数学に対する情意面及び創造的態度の関連について, 日本数学教育学会誌 数学教育, 第68巻, 第1号, pp. 26-33.
- (4) クルチェッキー, 駒林邦男訳(1968); 数学的能力の構造上, 下, 明治図書.
- (5) Krutetskii, V. A. (1969); The structure of mathematical ability, In Kilpatrick, J. & Wirszup, I. (Eds.), *Soviet Studies in the Psychology of Learning and Teaching Mathematics*, Vol. 2, Stanford, Calif., School Mathematics Study Group.
- (6) Laylock, M. (1970); Creative mathematics at Nueva, *Arithmetic Teacher*, 17, pp. 325-328.
- (7) Polya, G. (1946); How to Solve It, Princeton University Press, 柿内賢信訳, いかにして問題を解くか, 丸善.
- (8) Polya, G. (1965); *Mathematical Discovery, On understanding and teaching problem solving*, 2 vols, Wiley.
- (9) Romey, W. D. (1970); What is your creativity quotient?, *School Science and Mathematics*, 70, pp. 3-8.
- (10) Sandman, R. S. (1973); The development, validation and application of multidimensional mathematics attitude instrument, Doctoral dissertation, Univ. of Minnesota.
- (11) 渋谷憲一, 木村捨雄, 三木茂(1972); 創造的教育に関する基礎的研究(1) - 創造的能力, 知能, 学力の関連 -, 国立教育研究所紀要71集.

- (12) Skemp, R.R. (1976); Relational understanding and instrumental understanding, *Mathematics Teaching*, No.77, pp.20-26.
- (13) 島田茂編著(1977); 算数・数学科のオープンエンドアプローチ, みずうみ書房.
- (14) Tammadge, A. (1979); Creativity, Presidential address to the Mathematical Association, *The Mathematical Gazette*, 63, pp.145-163.
- (15) Torrance, E.P. (1962); Guiding creative talent, Prentice-Hall, inc., 佐藤三郎訳, 創造性の教育, 誠信書房.
- (16) Wood, R. (1968); Objectives in the teaching of mathematics, *Educational Research*, 10(2), pp.83-98.